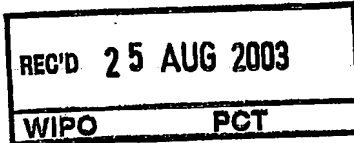


# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

BEST AVAILABLE COPY



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 32 120.5  
**Anmeldetag:** 16. Juli 2002  
**Anmelder/Inhaber:** FEV Motorentechnik GmbH, Aachen/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum künstlichen  
Altern eines Kraftfahrzeugkatalysators  
**IPC:** B 01 D 53/94

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Ebert

# SPARING · RÖHL · HENSELER

PATENTANWÄLTE

EUROPEAN PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS

Dipl.-Ing. Helmut Marsch (1934-1979)  
Dipl.-Ing. Klaus Sparing (1968-1999)  
Dr. rer. nat. Wolf Horst Röhl  
Dr. rer. nat. Daniela Henseler

Postfach 14 04 43  
D-40074 Düsseldorf

Telefon (02 11) 67 10 34  
Telefax (02 11) 66 34 20  
SRHPat@aol.com

SPARING, RÖHL, HENSELER · POSTFACH 14 04 43 · D-40074 DÜSSELDORF




FEV Motorentechnik GmbH  
Neuenhofstr. 181  
52078 Aachen

582 DE 03

## Verfahren und Vorrichtung zum künstlichen Altern eines Kraftfahrzeugkatalysators

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum künstlichen Altern eines Kraftfahrzeugkatalysators nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung.



Der US-Staat Kalifornien hat sich in der Vergangenheit einen Namen durch frühe und strenge Emissionsgesetze für Benzin-Fahrzeuge gemacht. Diese Gesetze machen es notwendig, Abgasnachbehandlungssysteme zu entwickeln, die eine Haltbarkeit von mehr als 100.000 Meilen aufweisen. In der europäischen Union schreibt der Gesetzgeber mit der Abgasstufe Euro 3 eine Haltbarkeit von 80.000 km und mit Fahrzeugen ab dem Modelljahr 2005 mit Einführung der Abgasstufe Euro 4 eine Haltbarkeit von 100.000 km vor.

Um die verkehrsbedingte Luftverschmutzung zu reduzieren führte die „California Air Resources Board“ (CARB) 1988 für alle Benzin-Fahrzeuge in Kalifornien mit der OBD (On Board Diagnose) verschärfte Emissionsgrenzwerte

ein. Zusätzlich zu dieser Verschärfung mußten alle abgasrelevanten Komponenten durch die zur Verfügung stehenden elektronischen Steuergeräte einer kontinuierlichen Überwachung unterzogen werden. Die Europäische Union führte zum Modelljahr 2001 für alle Benzin-Fahrzeuge eine ähnliche Gesetzgebung ein. Dabei unterscheiden sich die Abgasstufen zwischen den Grenzwerten für die Emissionen und der On Board Diagnose. Die Grenzwerte der OBD sind von der CARB mit einem festen Verschlechterungsfaktor versehen, und sollen das Verhalten eines gealterten Bauteils widerspiegeln. So muß bei Überschreiten dieser Abgasgrenze dem Fahrer durch ein optisches Signal der fehlerhafte Betrieb eines emissionsrelevanten Bauteils verdeutlicht werden.

Diese Überwachung aller On Board Diagnosen muß bei einer Homologation (Typisierung) vor dem Gesetzgeber mit entsprechend gealterten Bauteilen zertifiziert werden, um die Fehlererkennung zu demonstrieren. Des weiteren muß ein Nachweis darüber geführt werden, daß die Emissionsrichtlinien, wie vom Gesetzgeber vorgeschrieben, entsprechend der vorgegebenen Dauerhaltbarkeit erfüllt werden.

Neben der Typzertifizierung überwacht der Gesetzgeber im Feld, speziell in Kalifornien und den USA, die Automobilhersteller, ob die vorgeschriebenen Gesetze eingehalten, und ob man die Gesetzesvorschriften erweitern kann. So werden mit der ab Modelljahr 2004 geltenden LEVII Gesetzgebung hauptsächlich die NOx Emissionen schärfer reglementiert. Dies gilt vor allem für die OBD, da zur Zeit lediglich die Kohlenwasserstoff(HC)Emissionen reglementiert sind, was dazu führt, daß der Automobilhersteller auch lediglich eine Verschlechterung der Kohlenwasserstoffkonvertierung im Abgas diagnostisch überwacht. Da man über die Erfahrung und aus Feldversuchen der letzten Jahre festgestellt hat, daß die Stickoxidemissionen nicht vergleichbar zu den Kohlenwasserstoffemissionen altern, muß ab Modelljahr 2004 neben den Kohlenwasserstoffemissionen ein Überschreiten der NOx-Emissionen ebenfalls überwacht werden.

So gilt für die Emissionen des zu überwachenden Katalysators mit der Einführung der LEVII - Gesetzgebung in den USA, daß weder die methanfreien Kohlenwasserstoffemissionen noch die Stickoxidemissionen das 1,75-Fache des zu applizierenden Emissionsgrenzwertes überschreiten dürfen, und daß die Konvertierungsrate des gealterten Katalysators sowohl für die methanfreien Kohlenwasserstoffemissionen als auch für die Stickoxidemissionen 50% nicht unterschreiten darf.

Des weiteren wird mit der LEVII Gesetzgebung das Altern von Gesamtabgasanlagen für diejenigen Hersteller gefordert, die keine Zylinderabschaltung bei erkannten Aussetzern oberhalb der katalysatorschädigenden Aussetzer vornehmen.

Die ständig wachsenden Anforderungen des Gesetzgebers erfordern von den Automobilherstellern, mehr Forschung in die Alterungsprozesse von Bauteilen, welche abgasrelevant sind, zu investieren.

Die gealterten Bauteile sind im Verlauf der Applikation eines jeden Fahrzeugs ein wichtiger Bestandteil zur Untersuchung der Abgasrelevanz. So muß zum einen sicher gestellt werden, welchen Einfluß ein gealtertes Bauteil auf die Emissionen hat, und zum anderen, inwieweit sich das Verhalten zu einem neuen Bauteil verändert hat. Diese Informationen müssen im Laufe der Applikation entsprechend in der Software verarbeitet werden.

Von extrem großer Bedeutung ist hierbei das Alterungsverhalten von katalytischen Abgassystemen und das Simulieren von Alterungszuständen.

Zur Zeit existieren grundsätzlich drei verschiedene künstliche Alterungsverfahren für Kfz-Katalysatoren.

So ist eine Alternative das Stimulieren von Aussetzern im Fahrzeug. Das unverbrannte Luft- und Kraftstoffgemisch wird im Katalysator nachverbrannt und erzeugt relativ hohe Katalysatortemperaturen. Dieses Verfahren der Alterung hat sich jedoch in der Vergangenheit als nicht reproduzierbar erwiesen, da kein einheitlicher Zyklus zur Alterung für die unterschiedlichen Katalysatorsysteme

ermittelt werden konnte. Außerdem kann die Temperatur im Katalysator während eines konstanten Betriebspunktes nur schwer auf einem Niveau gehalten werden. Bedingt durch die unkontrollierte Verbrennung des unverbrannten Kraftstoffs im Katalysator und die damit verbundenen unkontrollierbaren Temperaturspitzen kommt es weiterhin zu einer Bauteilschwächung bis hin zur optischen Zerstörung des Katalysators. Des weiteren kann dieses Alterungsverfahren relativ zeit- und kostenintensiv sein, da in der Regel mehrere Katalysatoren für verschiedene Versuche benötigt werden, sowie aufgrund des kostenaufwendigen Einsatzes von Motorenprüfständen sowie deren Verfügbarkeit.

Ein weiteres Verfahren zur Katalysatoralterung ist die Ofen- bzw. die Vakuum-Ofen-Alterung. Bei diesem Verfahren wird lediglich der Monolith des Katalysators bei einer Temperatur von 1000 bis 1350°C im Ofen gealtert. Nach der Alterung muss der Monolith an den entsprechenden Zulieferer weitergeleitet werden, um in das Katalysatorgehäuse verbaut zu werden. Das entsprechend gealterte Bauteil muß nun in das Fahrzeug montiert und für einige hundert Kilometer zur Stabilisierung unter Berücksichtigung der Emissionen eingefahren werden. Ist das Emissionsziel nach einem Abgastest nicht erreicht, muß der Alterungsvorgang wiederholt werden. In der Regel sind mehrere iterative Alterungsschritte notwendig, um die gewünschte Verschlechterung der Konvertierungsrate zu erhalten. Dieses Verfahren kann zu erheblichen Zeitverzögerungen im OBD-Applikationsprozess führen. Der Aufwand sowohl bei den Aus-, sowie Einbauarbeiten des Katalysators sowie das nach jedem Alterungsschritt zu fahrende Stabilisierungsprogramm erfordert neben der Zeitintensivität ebenfalls kostspielige Ressourcen. Des weiteren kann mit diesem Alterungsverfahren nicht die gesamte Abgasanlage gealtert werden, da aufgrund der unterschiedlichen Positionen der Katalysatoren im Fahrzeug, eine unterschiedliche Belastung des Bauteils mit diesem Verfahren nicht simuliert werden kann.

Zusätzlich zu den oben genannten Verfahren wird das künstliche Altern von Katalysatoren auf dem Motorenprüfstand angewandt. In einem speziellen Dauerlaufzyklus wird der Katalysator extremen Temperaturspitzen und Betriebszuständen unterzogen, um das Altern zu beschleunigen. Zusätzlich kann die Alterung durch Lambdareglereingriffe nach „fett“ bzw. „mager“ beschleunigt werden. Dieses Verfahren ist, bedingt durch den Einsatz eines Motorenprüfstandes, relativ kostenintensiv, und nicht auf unterschiedliche Abgasanlagen übertragbar. Hierbei kann auch eine Kombination aus fettem Abgasgemisch mit zusätzlicher Sauerstoffanreicherung des Abgases zur effektiveren Nachverbrennung eingesetzt werden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß es, aufgrund der auftretenden Temperaturspitzen, im Katalysator zur teilweisen Verschmelzung bis hin zur kompletten Erodierung des Monolithen kommen kann.

Alle aufgeführten Verfahren sind somit iterative Alterungsverfahren, die entweder einen relativ großen Aufwand an Ressourcen wie zum Beispiel Motorenprüfstände benötigen, bzw. die eine unbekannte Anzahl an Versuchsträgern voraussetzen. Des weiteren liegt die Problematik darin, daß heutige Katalysatoren auf die Wünsche der Automobilhersteller zugeschnitten werden, wie zum Beispiel unterschiedliche Zelldichte bzw. unterschiedliche Anteile an Edelmetallen, und somit das Alterungsverhalten untereinander differiert. Daher ist man im Moment nicht in der Lage einen einheitlichen Alterungszyklus einzusetzen, der das Abgas auf ein entsprechend vergleichbares Niveau verschlechtert.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum künstlichen Altern eines Kraftfahrzeugkatalysators nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine hierzu geeignete Vorrichtung zu schaffen, die es ermöglichen, das künstliche Altern zu standardisieren.

Diese Aufgabe wird entsprechend dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 bzw. entsprechend Anspruch 6 gelöst.

Hiernach wird heißes Abgas durch den Katalysator hindurch geführt, das durch Verbrennung eines schwefelarmen Kraftstoffs, der vorzugsweise weniger als 10 ppm Schwefel, insbesondere weniger als 5 ppm Schwefel enthält, mit Verbrennungsluft erzeugt wird, wobei so standardisiertes Abgas mit einer geeigneten Temperatur größer etwa 700°C, vorzugsweise im Bereich von etwa 1000° bis etwa 1250°C, mittels eines Gebläses durch den Katalysator hindurch geblasen wird.

Auf diese Weise wird eine systematische Alterung von Katalysatoren erreicht. Speziell im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Prototypenteilen während der Applikation und die damit verbundenen Kosten, ist ein Alterungsverfahren zur schrittweisen und reproduzierbaren Alterung von Katalysatoren ein wichtiger Beitrag zur Kosten- und Zeitreduktion bei der Erstellung von gealterten Bauteilen, sowie zur Erfüllung der LEVII-Gesetzgebung. Insbesondere das Begrenzen der NOx-Grenzen, sowie das Altern von Gesamtabgasanlagen kann vorgenommen werden.

Mit Hilfe einer Kombination aus einem Brenner und einem Gebläse wird ein spezielles Heißabgas hergestellt, das durch den Katalysator geführt wird. Durch das Verstellen der Parameter Luft und Kraftstoff kann der Katalysator zyklischen thermischen Belastungen unterzogen werden, und erfährt somit Bedingungen wie im realen Fahrbetrieb. Der zugeführte Kraftstoff hat einen sehr geringen Schwefelanteil, um chemisches Altern bzw. das Vergiften des Katalysators während der Alterung zu vermeiden. Dadurch entfällt eine nachträgliche Stabilisierungsphase des Katalysators im Fahrzeug. Die durchgesetzte Luftmasse entspricht dabei der Luftmasse wie sie im gemischten Fahrzeugflottenbetrieb vorkommt. Ein typischer Alterungszyklus liegt in einem Temperaturbereich von 1000 bis 1250°C.

Die Alterung der Katalysatoren erfolgt so unter realitätsnahen Bedingungen, die daher nahezu alle aus der Praxis bekannten Alterungsmechanismen ermöglicht. Die thermale Deaktivierung des Katalysators führt zu einer

Verkleinerung der Oberfläche der aktiven Zentren (Edelmetalle), bedingt durch Rekristallisation. Des weiteren kann es zu einer Diffusion der Edelmetalle in die Beschichtung kommen, wodurch die aktiven Zentren schlechter oder gar nicht mehr zugänglich sind und daher die Aktivität des Katalysators abnimmt. Neben diesen physikalischen Alterungsmechanismen finden bei der hohen Temperatur auch chemische Reaktionen statt. Bekannt sind Reaktionen zwischen Edelmetall und Washcoat sowie Reaktionen innerhalb des Washcoats. Diese Reaktionen können durch Abgaskomponenten wie z.B.  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  begünstigt werden. Besonders das Altern in wasserdampfhaltiger Atmosphäre ist neben den Parametern Sauerstoffgehalt, Druck und Temperatur entscheidend für das Alterungsverhalten des Katalysators.

Mit einer Kombination aus Gaszusammensetzung und Gastemperatur die auf ein Niveau angehoben wird, die weder den Monolithen noch den Washcoat beschädigt, werden die Alterungsprozesse im Katalysator zusätzlich gefördert. Die Prozesse bewirken eine Minderung der Aktivität des Katalysators aufgrund einer Abnahme der aktiven Oberfläche. Mit Hilfe dieses Alterungsverfahrens kann nun eine schrittweise Alterung des Katalysators durchgeführt werden.

In Fig. 1 ist der Emissionsverlauf bei einer erfindungsgemäßen Katalysatoralterung gegenüber der Zeit [h] aufgetragen, wobei Kurve A die  $\text{CO}$ -Emissionen [%], Kurve B die  $\text{NO}_x$ -Emissionen [%] und Kurve C die Kohlenwasserstoff-Emissionen (ohne Methan) [%] wiedergeben. Die gestrichelte Kurve D stellt den Grenzwert für die Kohlenwasserstoff-Emission dar.

Fig. 2 zeigt einen kumulierten Emissionsverlauf in dem in den USA vorgeschriebenen FTP72-Test (der dem europäischen NEDC-Test entspricht). Hierbei wird ein stabilisierter, d.h. im Neuzustand in einem Kraftfahrzeug nach ca. 4000 km eingefahrener Katalysator mit einem entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren gealterten Katalysator verglichen. Die Alterung eines Katalysators nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hat, wie Fig. 2 zeigt, die Minderung der Aktivität gegenüber HC, CO und  $\text{NO}_x$  zur Folge. Hierbei zeigt



das untere Diagramm von Fig. 2 den Geschwindigkeitsverlauf beim FTP72-Test, wobei die Geschwindigkeit in km/h gegenüber der Zeit in sec aufgetragen ist. Für dieses zeitliche Geschwindigkeitsprofil zeigt das obere Diagramm von Fig. 2 die kumulierten Kohlenwasserstoffemissionen in g aufgetragen über die Zeit in sec, und das mittlere Diagramm die kumulierten Stickoxidemissionen in g aufgetragen über die Zeit in sec, wobei die Emissionen an der Austrittsseite des Katalysators bestimmt wurden, und zwar für den erfindungsgemäß gealterten Katalysator gestrichelt und für den stabilisierten Katalysator durchgezogen.

Der Modalschrieb der Kohlenwasserstoffemissionen und Stickoxidemissionen gemäß Fig. 2 zeigt, wie sich die Verteilung der Emissionen im Vergleich zwischen einem stabilisierten Katalysator und einem FEV gealterten Katalysator im FTP72 Test darstellt. So kann man zum einen erkennen, daß die Light-Off-Temperatur des Katalysators gegenüber einem stabilisierten Katalysator deutlich ansteigt, und zum anderen, daß während des gesamten Tests sowohl die kumulierten Kohlenwasserstoffemissionen als auch die kumulierten Stickoxidemissionen weiter zunehmen, während die kumulierten Emissionen bei einem stabilisierten Katalysator nach einem anfänglichen Anstieg gleich bleiben.

Dieses Verhalten spiegelt sich auch direkt in der Abstimmung der dafür zuständigen Diagnose der Katalysatorkonvertierung wieder. Bei dieser Diagnose wird einmal pro Fahrzyklus das Amplitudenverhältnis einer Hinter-Kat-Sonde, einer am Katalysatorausgang befindlichen Sonde für den Sauerstoffgehalt des Abgases, als ein Maß für die Sauerstoffspeicherfähigkeit mit einem Modell verglichen. Das Modell wird mit dem OBD relevanten Grenzkatalysator abgestimmt und ein Grenzwert aus dem Amplitudenverhältnis zwischen dem aktuellen Signal der Hinter-Kat-Sonde im Vergleich zum modellierten Hinter-Kat-Sondensignal ermittelt. Hierbei wird das Hinter-Kat-Sondensignal als Maß für die Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators genommen.

Fig. 3 zeigt – im Vergleich zu Fig. 2 zeitlich gespreizt – das Hinter-Kat-Sondensignal in Volt gegenüber der Zeit in sec aufgetragen im oberen Diagramm

für einen stabilisierten Katalysator, im mittleren Diagramm für einen dauerlaufgealterten Katalysator, d.h. einen Katalysator, der 100.000 Meilen in einem Kraftfahrzeug gealtert ist, und im unteren Diagramm für einen erfindungsgemäß gealterten Katalysator. Die Trennschärfe des Hinter-Kat-Sondensignals zwischen einem dauerlaufgealterten Katalysator, und einem (OBD) Grenzkatalysators stellt ein wichtiges Beurteilungskriterium bezüglich einer sicheren Katalysatorüberwachung im Feldbetrieb dar. Diesbezüglich ist aus Fig. 3 auffällig, daß ein erfindungsgemäß gealterter Katalysator ein über dem Abgastest konstantes Hinter-Kat-Sondensignal ausgibt, wobei die Aufeinanderfolge der Signale deutlich ausgeprägt und deren Amplitude im wesentlichen gleichbleibend ist. Dieses Verhalten vereinfacht das Abstimmen der Diagnose, da der Erkennungs- und Diagnosebereich somit frei im Abgastest gewählt werden kann. In Bezug auf den US-amerikanischen Gesetzgeber „CARB“, der kontinuierlich Feldüberwachungen vornimmt und die Diagnosen im kundenrelevanten Fahrzyklus überprüft, ist dies ein wichtiger Aspekt.

Fig. 4 zeigt ein Diagramm bezüglich der Reproduzierbarkeit der Emissionen in % über die Fahrleistung in km bei einem erfindungsgemäß gealterten Katalysator, wobei das Band X das Streuband der Kohlenwasserstoffemissionen, das Band Y das Streuband der CO-Emissionen und das Band Z das Streuband der NOx-Emissionen, jeweils mit entsprechenden Meßpunkten, gemessen über das Hinter-Kat-Sondensignal, darstellt. Hieraus ist ersichtlich, daß die Streuung der Meßwerte relativ gering und die jeweiligen Emissionen in Bezug auf die Fahrleistung stabil sind. Die so erzielte Laufzeitstabilität ist ein weiteres wichtiges Beurteilungskriterium für einen gealterten Katalysator, um während der Applikation reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten. Der erfindungsgemäß gealterte Katalysator zeigt ein nahezu konstantes Verhalten über der dargestellten Laufzeit von ca. 1400km. So bewegen sich die Kohlenwasserstoffemissionen in einem Streuband von etwa 5%, und die Stickoxidemissionen in einem Streuband von

etwa 10%. Somit hat sich der vermessene Katalysator nach der Alterung weder deutlich verbessert noch verschlechtert.

Fig. 5 zeigt schematisch eine Ausführungsform einer Vorrichtung zum künstlichen Altern eines Kraftfahrzeugkatalysators. Diese umfaßt einen Brenner 1 für einen aus Kohlenwasserstoffen bestehenden Kraftstoff, der dem Brenner 1 über eine Leitung 2 zugeführt wird. Ferner wird dem Brenner 1 über eine weitere Leitung 3 Verbrennungsluft zugeführt, wobei eine Regelung 4 vorgesehen ist, die über Ventile 5 das Verhältnis von Kraftstoff und Verbrennungsluft nach einem vorbestimmten Programm einstellt. Das vom Brenner 1 erzeugte heiße Abgas wird dabei über das Verhältnis von Kraftstoff zu Verbrennungsluft derart eingestellt, daß sich eine Temperatur zwischen etwa 1000°C und etwa 1250°C am Eingang eines zu alternden Katalysators 6 ergibt. Das Abgas des Brenners 1 wird dabei mittels eines Heißgasgebläses 7, das für einen Abgasdurchsatz durch den Katalysator entsprechend einem gemischten Flottenbetrieb sorgt, dem Katalysator 6 zugeführt und seine Temperatur am Eingang des Katalysators 6 mittels eines Temperaturfühlers 8 sowie ebenfalls am Ausgang des Katalysators 6 mittels eines weiteren Temperaturfühlers 9 gemessen. Außerdem wird die Temperatur im Katalysator 6 vorne und hinten mittels zweier zusätzlicher Temperaturfühler 10 gemessen. Schließlich wird der Sauerstoffgehalt des Abgases vor und nach dem Katalysator 6 mittels zweier Sauerstoffsonden 11, 12 gemessen, wobei die Sauerstoffsonde 12 die Hinter-Kat-Sonde bildet.

Der im Brenner 1 zu verbrennende schwefelarme Kraftstoff, der vorzugsweise einen Schwefelgehalt < 10 ppm, insbesondere < 5 ppm, aufweist, ist je nach Katalysator ein für Otto- oder Dieselmotoren geeigneter Kraftstoff.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum künstlichen Altern eines Kraftfahrzeugkatalysators, bei dem in mehreren Alterungsschritten heißes Abgas mit einem Durchsatz entsprechend einem gemischten Fahrzeugflottenbetrieb durch den Katalysator hindurch geführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß Abgas durch Verbrennung eines schwefelarmen Kraftstoffs mit Verbrennungsluft erzeugt und mit einer geeigneten Temperatur größer etwa 700°C mittels eines Gebläses durch den Katalysator hindurch geblasen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Kraftstoff und Verbrennungsluft in vorbestimmten Zyklen variiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator mehrfach jeweils nach einem Alterungsschritt einer Diagnose unterworfen wird, wobei das Amplitudenverhältnis einer Hinter-Kat-Sonde als ein Maß für die Sauerstoffspeicherfähigkeit mit einem Modell verglichen, wobei das Modell mit einem relevanten Grenzkatalysator abgestimmt und ein Grenzwert aus dem Amplitudenverhältnis zwischen dem aktuellen Signal der Hinter-Kat-Sonde im Vergleich zum modellierten Hinter-Kat-Sondensignal ermittelt wird, wobei das Hinter-Kat-Sondensignal als Maß für die Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators genommen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kraftstoff mit einem Schwefelgehalt  $< 10$  ppm, vorzugsweise  $< 5$  ppm verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Abgas mit einer Temperatur im Bereich von etwa 1000°C bis etwa 1250°C durch den Katalysator geblasen wird.

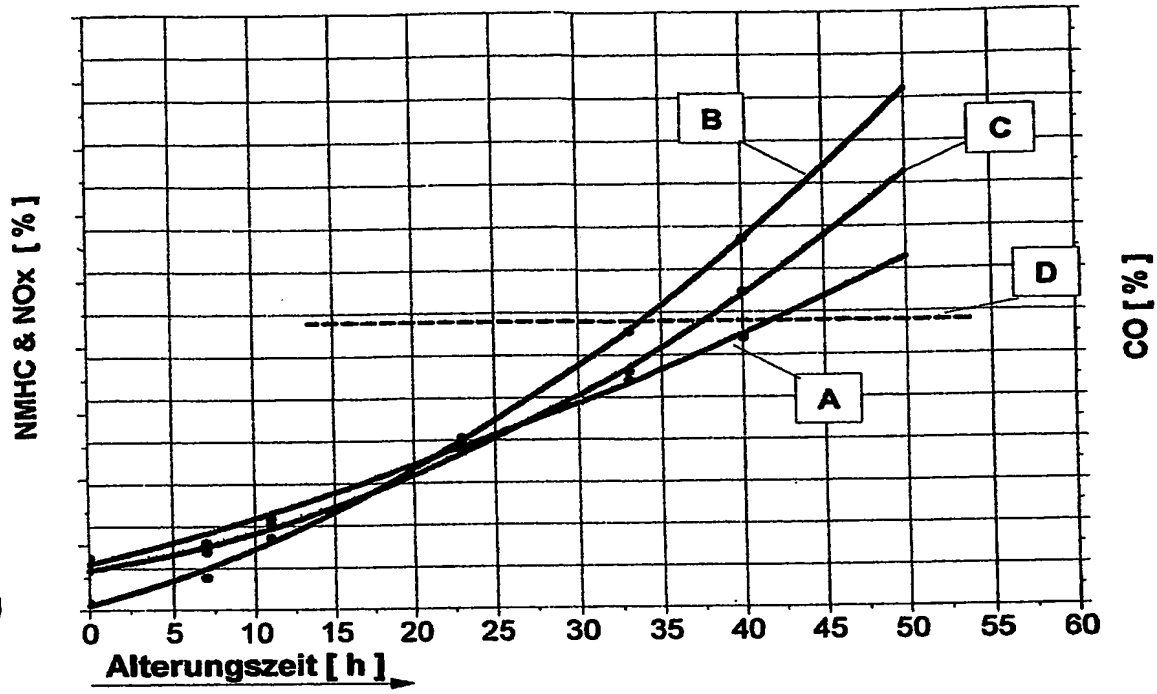
6. Vorrichtung zum künstlichen Altern eines Kraftfahrzeugkatalysators (6) mit einem Brenner (1) für Kraftstoff und Verbrennungsluft, einer Einrichtung (4) zum Einstellen des Verhältnisses hiervon, einem dem Brenner (1)

nachgeschalteten Heißgasgebläse (7) zum Zuführen des Abgases des Brenners (1) in den Katalysator (6), zumindest einem Temperaturfühler (8) zum Messen der Temperatur des Abgases des Brenners (1) und zumindest einer Sauerstoffsonde (12) am Ausgang des Katalysators (6).

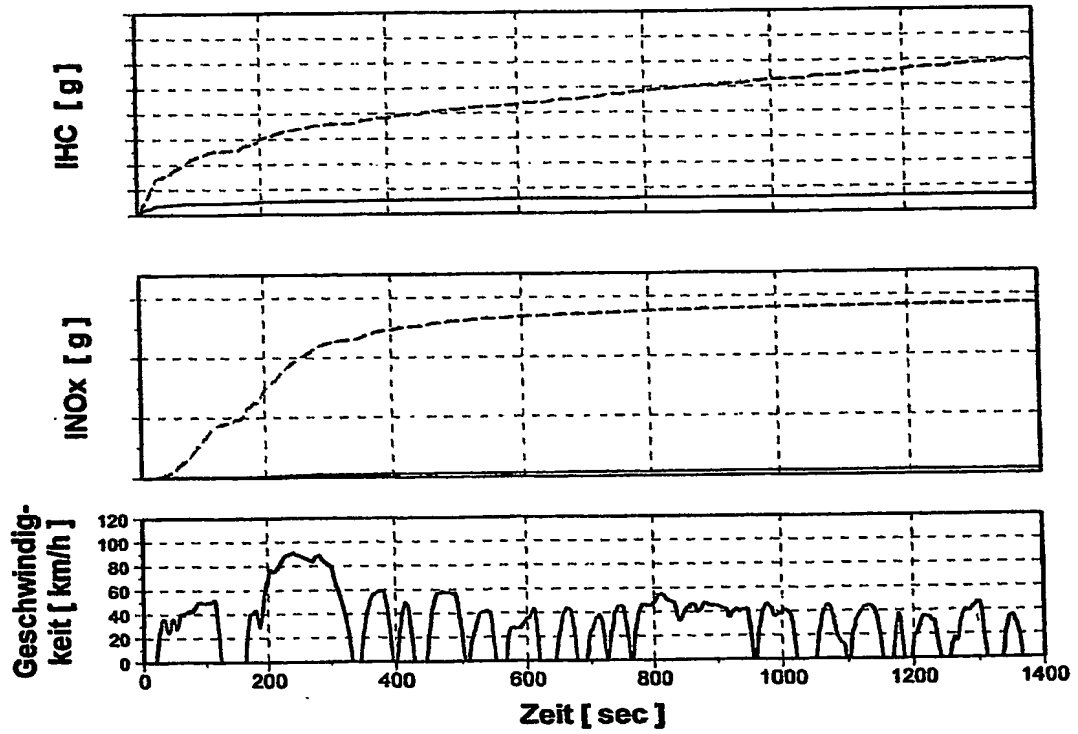
### **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum künstlichen Altern eines Kraftfahrzeugkatalysators, bei dem in mehreren Alterungsschritten heißes Abgas mit einem Durchsatz entsprechend einem gemischten Fahrzeugflottenbetrieb durch den Katalysator hindurch geführt wird, wobei Abgas durch Verbrennung eines schwefelarmen Kraftstoffs mit Verbrennungsluft erzeugt und mit einer geeigneten Temperatur größer etwa 700°C mittels eines Gebläses durch den Katalysator hindurch geblasen wird.

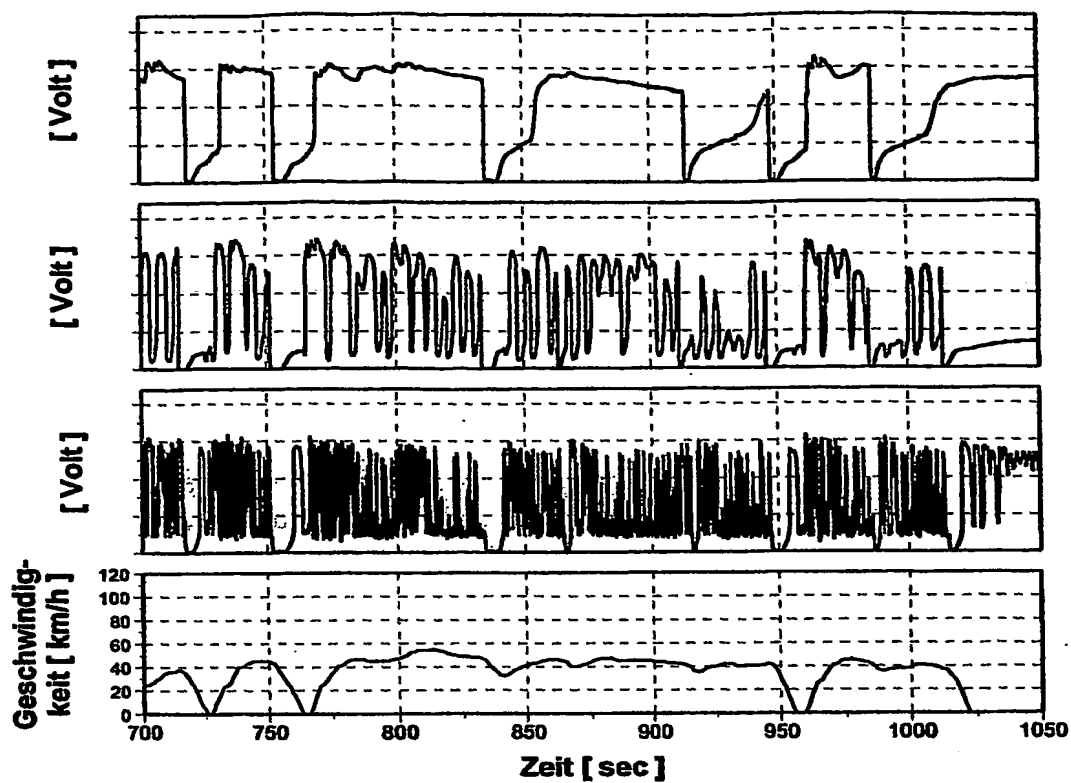
**Fig. 1**



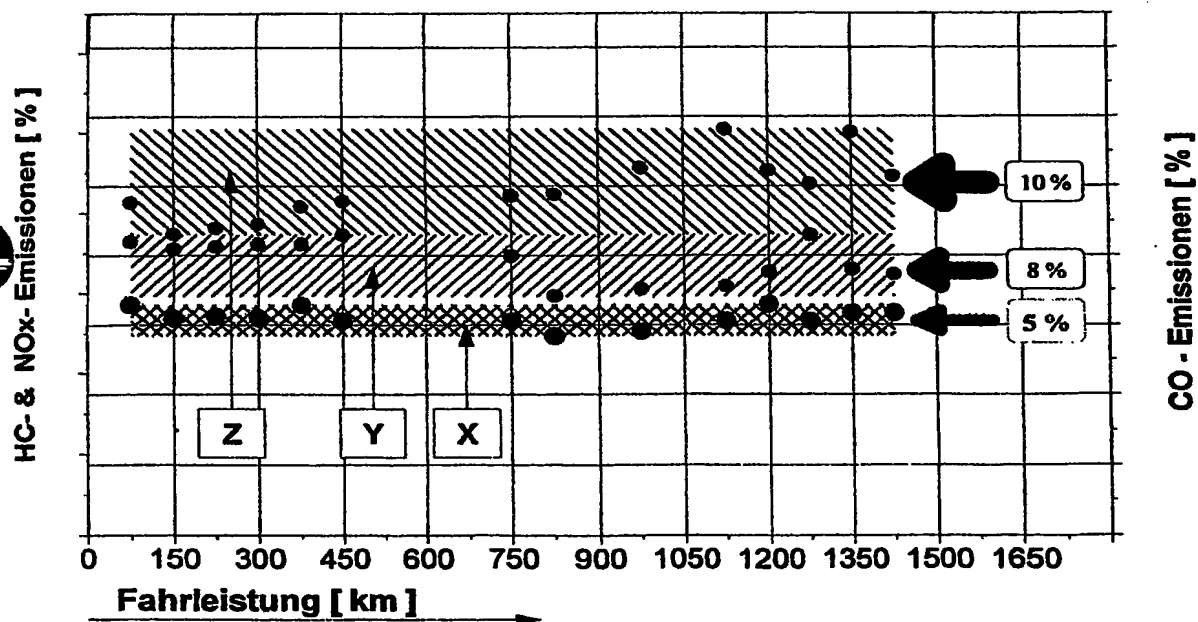
**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**





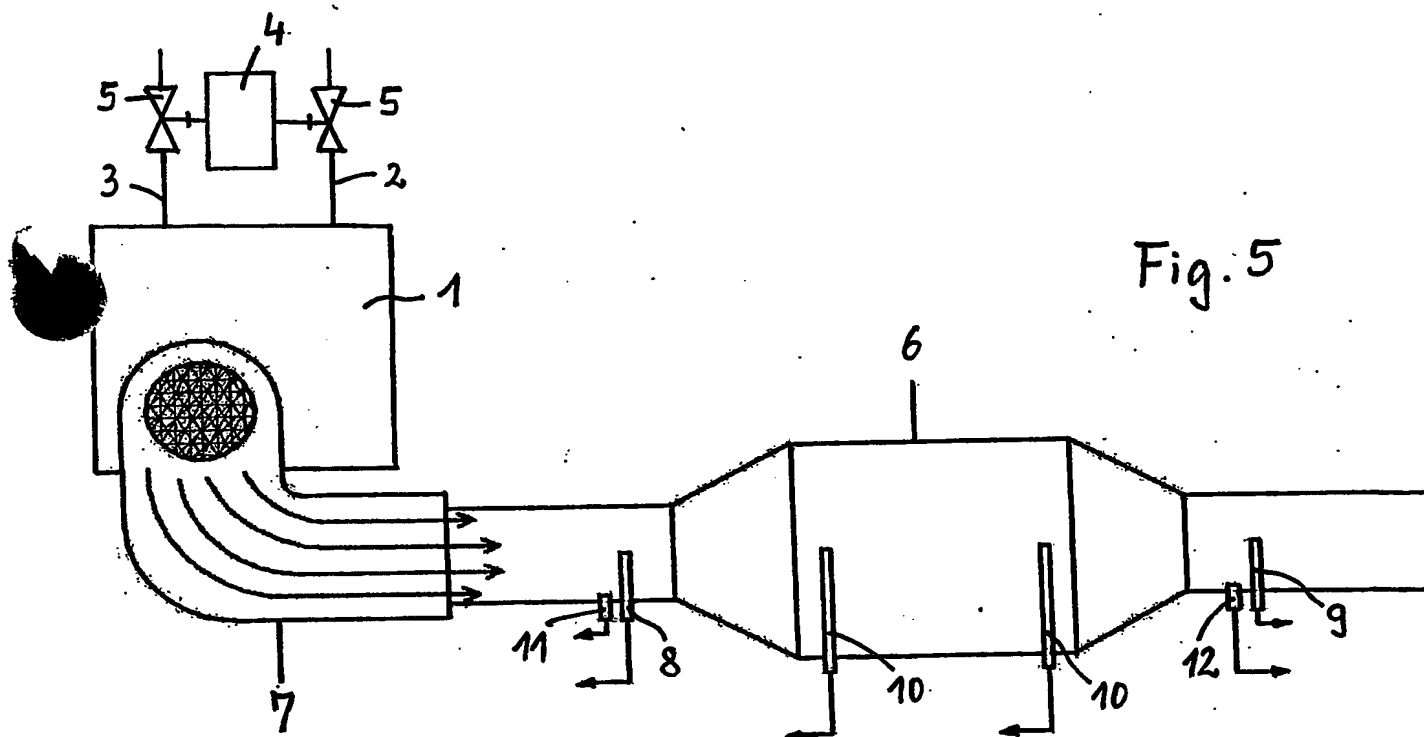


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**